

油气管道安全技术丛书

油气管道 安全与风险评估



邓少旭 支景波 高莎莎 刘洋 王安鹏 主编
牛更奇 石仁委 主审



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

油气管道安全技术丛书

油气管道安全与风险评估

邓少旭 支景波 高莎莎 刘洋 王安鹏 主编
牛更奇 石仁委 主审

常州大学图书馆
藏书章

中国石化出版社

内 容 提 要

本书详细地介绍了油气管道安全与风险评估的类型、特点、评估要求和评估内容。以油气管道的风险识别与管控为主线,结合近几年油气管道事故,借鉴安全评价在油气管道工程中的应用案例,系统地介绍了油气管道安全与风险评估过程中的危险有害因素辨识与分析、常用的安全评价方法、可采取的安全技术及管理措施等。本书紧密结合实际,对目前油气管道安全与风险评估工作具有一定的指导作用,对油气管道建设和施工的安全管理也具有一定的借鉴意义。

本书可供油气管道工程设计、施工、运行维护、安全监管及管理人员阅读参考,也可作为企业员工培训教材,亦可作为高等院校油气储运等相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

油气管道安全与风险评估 / 邓少旭等主编. —北京:
中国石化出版社, 2018. 5
(油气管道安全技术丛书)
ISBN 978-7-5114-4843-9

I. ①油… II. ①邓… III. ①石油管道-安全管理 ②
石油管道-风险评估 IV. ①TE973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 073488 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市朝阳区吉市口路9号
邮编:100020 电话:(010)59964500
发行部电话:(010)59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail:press@sinopec.com
北京科信印刷有限公司印刷
全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 14 印张 350 千字
2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷
定价:48.00 元

前 言

我国的油气管道运营发展已经走过40余年，覆盖全国的油气管网与进口战略通道一起，为满足我国油气需求搭建了畅通的能源通道。伴随着管道的发展和科技的进步，长输油气管道逐步向大口径、高压、长距离的趋势发展，输送能力在增强，输送技术在提高。然而，现有的油气管道尤其是原油集输管道多为20世纪70年代至90年代建成，运行年限长，管道的风险隐患因素多，已进入事故多发期，油气管道的安全形势日益严峻。近几年，油气管道事故频发，国家和地方政府相继制修订了多个油气管道相关的法律法规、规章制度，强化了安全生产主体责任，旨在进一步强化过程监控，规范安全管理，降低事故发生率，保障管道的安全平稳运行。同时相关部门也开始着手研究油气管道规划、设计、建设、运行方面面临的安全技术和管理难题。

在这种形势下，油气管道的安全与风险评估在其生命周期内发挥越来越重要的作用。一方面，通过安全与风险评估强化油气管道建设项目的可研、设计和建设中的安全设计，保障管道的本质安全，并作为管道建设项目建设和投产前向政府申请报批的必备文件；另一方面，通过定量的评价分析，评估和预测事故可能性及后果程度，查找管道运行隐患，为管道运营企业的管理决策提供依据。编者结合多年从事油气管道安全与风险评估工作的经验与管理体会，以安全评价必须遵循的法律法规和标准规范为依据，按照安全评价的程序和内容要求，依次介绍了油气管道安全评价的基础理论，力争能够为读者提供一个实用的学习教材。第一章介绍安全评价与风险评估的概念、分类、程序和发展状况。第二章介绍了油气管道安全评价中常用的法律法规、标准规范。第三章主要介绍了油气管道安全预评价、安全验收评价和安全现状评价报告的编制大纲及主要内容要求。第四章介绍了油气管道危险有害因素的辨识与分析内容，包括油气管道涉及的危险、有害物质，油气管道输送工艺的危害辨识，油气站场及附属设施的危害辨识，自然灾害及社会环境的危害辨识以及近几年发生的影响较大的油气管道安全事故案例分析。第五章介绍了油气管道安全和风险评估中常用的评价方法及应用示例，有定性方法和定量方法，包括安全检查表法、预先危险分析法、事故树法、管道泄漏火灾爆炸后果定量分析法、肯特法等。第六章介绍了油气管道涉及的线路、站场、附属设施、设备设施、公用工程可以采取的安全技术及安全管理措施。

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 安全评价与风险评估概念	(1)
一、安全评价	(1)
二、风险评估	(6)
第二节 安全与风险评价在油气管道工程中的应用	(8)
一、国际油气管道发展概况	(8)
二、我国油气管道发展现状	(11)
三、长输管道发展趋势	(14)
四、国内外油气管道安全评价研究现状	(15)
五、应用实例	(17)
第二章 油气管道安全评价依据	(19)
第一节 安全评价规范	(19)
一、安全评价通则	(19)
二、安全评价导则	(19)
三、行业安全评价导则	(20)
第二节 安全生产法律法规体系	(20)
一、法律法规体系	(20)
二、油气管道安全评价有关的法律法规	(21)
第三节 标准和规范	(32)
一、标准分类	(32)
二、油气管道安全评价有关的标准	(32)
第三章 油气管道安全评价报告内容	(35)
第一节 油气管道工程安全预评价报告主要内容	(35)
一、总则	(35)
二、建设项目概况	(36)
三、危险有害因素辨识与分析	(42)
四、评价单元划分及评价方法选择	(44)
五、安全评价	(44)
六、评价结论	(47)
第二节 油气管道工程安全验收评价报告主要内容	(48)
一、总则	(48)
二、建设项目概况	(48)
三、危险有害因素辨识及分析	(50)

四、评价单元划分及评价方法选择	(50)
五、符合性评价	(50)
六、事故发生的可能性及其严重程度	(52)
七、安全对策措施建议	(52)
八、评价结论	(52)
第三节 油气管道安全现状评价报告主要内容	(52)
第四章 油气管道危险有害因素辨识与分析	(53)
第一节 危险有害物质	(53)
一、原油物理化学性质和危险有害特性	(53)
二、天然气物理化学性质和危险有害特性	(55)
三、其他油品物理化学性质和危险有害特性	(57)
第二节 输送工艺危险有害因素辨识与分析	(59)
一、输油工艺危险有害因素分析	(59)
二、输气工艺危险有害因素分析	(59)
第三节 油气管道危险有害因素辨识与分析	(60)
一、火灾和爆炸	(60)
二、物体打击	(61)
三、淹溺	(61)
四、灼烫	(61)
五、噪声	(61)
六、油气管道主要事故类型分析	(62)
第四节 站场危险有害因素辨识与分析	(63)
一、输油站工艺设备装置的危险有害因素识别	(63)
二、输气站工艺设备装置的危险有害因素识别	(66)
三、线路截断阀室危险有害因素分析	(69)
第五节 自然环境和社会环境危险有害因素辨识与分析	(69)
一、自然环境危险有害因素识别	(69)
二、社会环境危险有害因素识别	(71)
第六节 管道施工危险有害因素辨识与分析	(72)
一、管道线路施工危险有害因素识别	(72)
二、站场施工危险有害因素识别	(74)
第七节 重大危险源辨识	(75)
一、重大危险源辨识依据	(75)
二、重大危险源辨识	(75)
三、重大危险源分级	(76)
第八节 事故案例分析	(77)
一、输油管道事故案例	(77)
二、输气管道事故案例	(85)

第五章 油气管道安全与风险评价方法	(92)
(第一节 安全评价方法	(92)
(一、安全评价方法分类	(92)
(二、常用的安全评价方法	(93)
(三、安全评价方法选择	(107)
(第二节 风险评价方法	(108)
(一、管道泄漏、火灾爆炸后果定量分析	(108)
(二、油气管道风险评分法	(117)
第六章 油气管道安全对策措施	(130)
(第一节 管道线路及附属设施	(130)
(一、管道线路	(130)
(二、管道附属设施	(138)
(第二节 站址选择和平面布置	(139)
(一、石油天然气火灾危险性分类	(139)
(二、石油天然气站场等级划分	(140)
(三、站址选择	(140)
(四、平面布置	(142)
(五、管线布置	(148)
(六、行政管理区布置	(152)
(七、道路、围墙及出入口布置	(153)
(八、站场绿化	(154)
(第三节 站场设备设施	(154)
(一、输油站安全对策措施	(154)
(二、输气站安全对策措施	(158)
(第四节 防腐保温与阴极保护	(161)
(一、防腐与保温	(161)
(二、阴极保护	(162)
(第五节 仪表控制系统及通信	(163)
(一、仪表控制系统设计	(163)
(二、仪表控制系统施工及验收	(170)
(三、仪表控制系统运行管理要求	(178)
(四、通信	(182)
(第六节 公用工程和辅助生产设施	(183)
(一、输油管道	(183)
(二、输气管道	(186)
(第七节 工程施工及验收安全管理	(189)
(一、工程建设施工	(189)
(二、试运投产	(204)

(52)	三、竣工验收	(204)
(52)	第八节 管道运营安全管理	(206)
(52)	一、管道运营安全管理基本要求	(206)
(52)	二、工艺运行	(207)
(107)	三、管道线路及站场设备运行管理	(208)
(108)	四、消防及管道维(抢)修	(209)
(52)	第九节 治安风险防范	(209)
(117)	一、治安风险等级	(209)
(130)	二、安全防范级别	(210)
(130)	三、安全防范要求	(210)
	参考文献	(216)
(138 )	.....	( 59)
(139 )	.....	( 59)
(139 )	.....	( 59)
(140 )	.....	( 60)
(140 )	.....	( 60)
(142 )	.....	( 61)
(148 )	.....	( 61)
(152 )	.....	( 61)
(153 )	.....	( 61)
(154 )	.....	( 62)
(154 )	.....	( 63)
(158 )	.....	( 66)
(161 )	.....	( 66)
(161 )	.....	( 68)
(162 )	.....	( 69)
(163 )	.....	( 71)
(163 )	.....	( 72)
(170 )	.....	( 72)
(178 )	.....	( 74)
(182 )	.....	( 75)
(183 )	.....	( 75)
(183 )	.....	( 75)
(186 )	.....	( 76)
(189 )	.....	( 77)
(189 )	.....	( 77)
(204 )	.....	( 85)

第一章 概 论

第一节 安全评价与风险评估概念

一、安全评价

《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第13号,2014年修订)第二十九条规定:“矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存、装卸危险物品的建设项目,应当按照国家有关规定进行安全评价。”《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》(国家安全生产监督管理总局第36号,2015年修订)第七条规定:“下列建设项目在进行可行性研究时,生产经营单位应当按照国家规定,进行安全预评价:非煤矿山建设项目;生产、储存危险化学品(包括使用长输管道输送危险化学品,下同)的建设项目等”;第二十二条规定:“本办法第七条规定的建设项目安全设施竣工或者试运行完成后,生产经营单位应当委托具有相应资质的安全评价机构对安全设施进行验收评价,并编制建设项目安全验收评价报告。”许多地方和行业规范、标准中对安全评价也相应地进行了规定。

安全评价是政府安全生产监督管理部门对高风险行业的建设项目安全水平和企业安全生产现状进行监督管理的重要依据,油气管道在建设阶段、运行阶段必须按照法律法规要求进行相应的安全评价。

1. 安全评价的定义

安全评价是以实现工程、系统安全为目的,应用安全系统工程的原则和方法,对工程、系统中存在的危险有害因素进行识别与分析,判断工程、系统发生事故和急性职业危害的可能性及其严重程度,提出安全对策建议,从而为工程、系统制订防范措施和管理决策提供科学依据。安全评价贯穿于工程、系统的设计、建设、运行和退役整个生命周期的各个阶段。对工程、系统进行安全评价,既是政府安全监管的需要,也是生产经营单位搞好安全生产工作的重要保证。

2. 安全评价的目的和意义

1) 安全评价的目的

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统存在的危险有害因素及可能导致的危险、危害后果和程度,提出合理可行的安全对策措施,指导危险源监控和事故预防,以达到最低事故率、最少损失和最优的安全投资效益。安全评价可以达到以下目的:

(1) 提高系统本质安全化程度 通过安全评价,对工程或系统的设计、建设、运行等过程中存在的事故和事故隐患进行系统分析,针对事故和事故隐患发生的可能原因事件和条件,提出消除危险的最佳技术措施方案,特别是从设计上采取相应措施,设置多重安全屏障,实现生产过程的本质安全化,做到即使发生误操作或设备故障时,系统存在的危险因素也不会导致重大事故发生。

(2) 实现全过程安全控制 在系统设计前进行安全评价,可避免选用不安全的工艺流程

和危险的原材料以及不合适的设备、设施，避免安全设施不符合要求或存在缺陷，并提出降低或消除危险的有效方法。系统设计后进行安全评价，可查出设计中的缺陷和不足，及早采取改进和预防措施。系统建成后进行安全评价，可了解系统的现实危险性，为进一步采取降低危险性的措施提供依据。

(3) 建立系统安全的最优方案，为决策提供依据 通过安全评价，可确定系统存在的危险源及其分布部位、数目，预测系统发生事故的概率及其严重度，进而提出应采取的安全对策措施等。决策者可以根据评价结果选择系统安全最优方案和管理决策。

(4) 为实现安全技术、安全管理的标准化和科学化创造条件 通过对设备、设施或系统在生产过程中的安全性是否符合有关技术标准、规范相关规定的评估，对照技术标准、规范找出存在的问题和不足，实现安全技术和安全管理的标准化、科学化。

2) 安全评价的意义

安全评价的意义在于可有效地预防事故的发生，减少财产损失和人员伤亡。安全评价与日常安全管理和安全监督监察工作不同。安全评价是从系统安全的角度出发，分析、论证和评估可能产生的损失和伤害及其影响范围、严重程度，提出应采取的对策措施等。

(1) 安全评价是安全管理的一个必要组成部分 “安全第一，预防为主，综合治理”是我国的安全生产方针，安全评价是预测、预防事故的重要手段。通过安全评价可确认生产经营单位是否具备必要的安全生产条件。

(2) 有助于政府安全监督管理部门对生产经营单位的安全生产实行宏观控制 安全预评价能提高工程设计的质量和系统的安全可靠程度；安全验收评价是根据国家有关技术标准、规范对设备、设施和系统进行的符合性评价，能提高安全达标水平；安全现状评价可客观地对生产经营单位的安全水平作出评价，使生产经营单位不仅了解可能存在的危险性，而且明确了改进的方向，同时也为安全监督管理部门了解生产经营单位安全生产现状、实施宏观调控打下了基础；专项安全评价可为生产经营单位和政府安全监督管理部门的管理决策提供科学依据。

(3) 有助于安全投资的合理选择 安全评价不仅能确认系统的危险性，而且能进一步预测危险性发展为事故的可能性及事故造成损失的严重程度，并以此说明系统危险可能造成负效益的大小，合理地选择控制措施，确定安全措施投资的多少，从而使安全投入和可能减少的负效益达到合理的平衡。

(4) 有助于提高生产经营单位的安全管理水平 安全评价可以使生产经营单位安全管理变事后处理为事先预测、预防。传统安全管理方法的特点是凭经验进行管理，多为事故发生后再进行处理。通过安全评价，可以预先识别系统的危险性，分析生产经营单位的安全状况，全面地评价系统及各部分的危险程度和安全管理状况，促使生产经营单位达到规定的安全要求。

安全评价可以使生产经营单位安全管理变纵向单一管理为全面系统管理。安全评价使生产经营单位所有部门都能按照要求认真评价本系统的安全状况，将安全管理范围扩大到生产经营单位各个部门和各个环节，使生产经营单位的安全管理实现全员、全方位、全过程、全天候的系统化管理。

安全评价可以使生产经营单位安全管理变经验管理为目标管理。安全评价可以使各部门、全体职工明确各自的安全目标，在明确的目标下，统一步调、分头进行，从而使安全管理工作做到科学化、统一化、标准化。

(5) 有助于生产经营单位提高经济效益 安全预评价可减少项目建成后由于安全要求引起的调整和返工建设;安全验收评价可将潜在的事故隐患在设施开工运行前消除;安全现状评价可使生产经营单位了解可能存在的危险,并为安全管理提供依据。生产经营单位安全生产水平的提高无疑可带来经济效益的提高,使生产经营单位真正实现安全生产和经济效益的同步增长。

3. 安全评价的内容与种类

安全评价是一个运用安全系统工程的原则和方法,识别和评价系统、工程中存在的风险、有害因素的过程。这一过程包括危险有害因素的识别及危险和危害程度评价两部分。危险有害因素识别的目的在于识别危险来源;危险和危害程度评价的目的在于确定和衡量来自危险源的危险性、危险程度及应采取的控制措施,以及采取控制措施后仍然存在的危险性是否可以被接受。在实际的安全评价过程中,这两个方面是不能截然分开、孤立进行的,而是相互交叉、相互重叠于整个评价工作中。安全评价的基本内容如图 1-1 所示。



图 1-1 安全评价的基本内容

随着现代科学技术的发展,在安全技术领域,由以往主要研究、处理那些已经发生和必然发生的事件(被动模式),发展为主要研究、处理那些还没有发生但有可能发生的事件(主动模式),并把这种可能性具体化为一个数量指标,计算事故发生的概率,划分危险等级,制定安全标准和对策措施,并进行综合比较和评价,从中选择最佳的方案,预防事故的发生。

安全评价通过危险性识别及危险度评价,客观地描述系统的危险程度,指导人们预先采取相应措施来降低系统的危险性。

目前,国内根据工程、系统生命周期和评价的目的,将安全评价分为安全预评价、安全验收评价、安全现状评价和专项安全评价四类。

1) 安全预评价

安全预评价是根据建设项目可行性研究报告的内容,分析和预测该建设项目可能存在的危险有害因素的种类和程度,提出合理可行的安全对策措施及建议。

安全预评价实际上就是在项目建设前应用安全系统工程的原则和方法对系统(工程、项目)中存在的危险性、有害因素及其危害性进行预测性评价。

安全预评价以拟建建设项目作为研究对象,根据建设项目可行性研究报告提供的生产工艺过程、使用和产出的物质、主要设备和操作条件等,研究系统固有的危险及有害因素,应

用安全系统工程的原理和方法，对系统的危险性和危害性进行定性、定量分析，确定系统的危险有害因素及其危险、危害程度；针对主要危险有害因素及其可能产生的危险、危害后果，提出消除、预防和降低危险、危害的对策措施；评价采取措施后的系统是否能满足规定的安全要求，从而得出建设项目应如何设计、管理才能达到安全指标要求的结论。总之，安全预评价可概括为以下几点：

(1) 安全预评价是一种有目的的行为，它是在研究事故和危害为什么会发生、是怎样发生的和如何防止发生这些问题的基础上，回答建设项目依据设计方案建成后的安全性如何，是否能达到安全标准的要求及如何达到安全标准，安全保障体系的可靠性如何等至关重要的问题。

(2) 安全预评价的核心是对系统存在的危险有害因素进行定性、定量分析，即针对特定的系统，对发生事故、危害的可能性及其危险、危害的严重程度进行评价。

(3) 用有关标准(安全评价标准)对系统进行衡量、分析，说明系统的安全性。

(4) 安全预评价的最终目的是确定采取哪些优化的技术、管理措施，使各子系统及建设项目整体达到安全标准的要求。

通过安全预评价形成的安全预评价报告，将作为项目报批的文件之一，向政府安全管理部门提供的同时，也提供给建设单位、设计单位、业主，作为项目最终设计的重要依据文件之一。建设单位、设计单位、业主在项目设计阶段、建设阶段和运营时期，必须落实安全预评价所提出的各项措施，切实做到建设项目安全设施的“三同时”。

2) 安全验收评价

安全验收评价是在建设项目竣工验收之前、试生产运行正常后，通过对建设项目的设施、设备、装置的实际运行状况及管理状况的安全评价，查找该建设项目投产后存在的危险有害因素，确定其程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

安全验收评价是运用安全系统工程的原理和方法，在项目建成试生产正常运行后，在正式投产前进行的一种检查性安全评价。它通过对系统存在的危险和有害因素进行定性和定量的检查，判断系统在安全上的符合性和配套安全设施的有效性，从而作出评价结论并提出补救或补偿措施，以实现系统安全的目的。

安全验收评价是为安全验收进行的技术准备。在安全验收评价中要查看安全预评价提出的安全措施在设计中是否得到落实，初步设计中的各项安全设施是否在项目建设中得到落实，还要查看施工过程中的安全监理记录，安全设施调试、运行和检测情况，以及隐蔽工程等的安全设施落实情况。最终形成的安全验收评价报告，将作为建设单位向政府安全生产监督管理机构申请建设项目安全验收审批的依据。另外，通过安全验收还可检查生产经营单位的安全生产保障和安全生产管理制度，确认《安全生产法》的落实。

3) 安全现状评价

安全现状评价是针对系统、工程(某一个生产经营单位的总体或局部生产经营活动)的安全现状进行的评价。通过安全现状评价查找其存在的危险有害因素，确定其程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

这种对在用生产装置、设备、设施、储存、运输及安全管理状况进行的现状评价，是根据政府有关法规的规定或生产经营单位安全管理的要求进行的，主要包括以下内容：

(1) 全面收集评价所需的信息资料，采用合适的系统安全分析方法进行危险因素识别，给出量化的安全状态参数值。

(2) 对于可能造成重大后果的事故隐患,采用相应的评价数学模型,进行事故模拟,预测极端情况下的影响范围,分析事故的最大损失以及发生事故的概率。

(3) 对发现的事故隐患,分别提出治理措施,并按危险程度的大小及整改的优先度进行排序。

(4) 提出整改措施与建议。

4) 专项安全评价

专项安全评价是针对某一项活动或场所,如一个特定的行业、产品、生产方式、生产工艺或生产装置等存在的危险有害因素进行的安全评价,目的是查找其存在的危险有害因素,确定其程度,提出合理可行的安全对策措施及建议。

专项安全评价通常是按照政府有关管理部门的要求进行的,是对专项安全问题进行的专题安全分析评价,如危险化学品专项安全评价、非煤矿山专项安全评价等。

如果生产经营单位是生产或储存、销售剧毒化学品的企业,专项安全评价所形成的专项安全评价报告则是上级主管部门批准其获得或保持生产经营营业执照所要求的文件之一。

4. 安全评价的原则与程序

1) 安全评价的原则

安全评价是关系到被评价项目是否符合国家规定的安全标准,能否保障劳动者安全与健康的关键性工作。由于这项工作不但技术性强,而且还有很强的政策性,因此,要做好这项工作,必须以被评价项目的具体情况为基础,以国家安全法规及有关技术标准为依据,用严肃科学的态度,认真负责的精神,全面、仔细、深入地开展和完成评价任务。在工作中必须自始至终遵循科学性、公正性、合法性和针对性原则。

(1) 科学性 安全评价涉及学科范围广,影响因素复杂多变。为保证安全评价能准确地反映被评价系统的客观实际,确保结论的正确性,在开展安全评价的全过程中,必须依据科学的方法、程序,以严谨的科学态度全面、准确、客观地进行工作,提出科学的对策措施,作出科学的结论。

危险有害因素产生危险、危害后果,需要一定条件和触发因素,要根据内在的客观规律,分析危险有害因素的种类、程度、产生的原因及出现危险、危害的条件及其后果,才能为安全评价提供可靠的依据。

现有的安全评价方法均有其局限性。评价人员应全面、仔细、科学地分析各种评价方法的原理、特点、适用范围和使用条件,必要时,还应采用几种评价方法进行评价,进行分析综合,互为补充,互相验证,提高评价的准确性;评价时,切忌生搬硬套、主观臆断、以偏概全。

从收集资料、调查分析、筛选评价因子、测试取样、数据处理、模式计算和权重值的给定,直至提出对策措施、作出评价结论与建议等,每个环节都必须用科学的方法和可靠的数据,按科学的工作程序一丝不苟地完成各项工作,努力在最大程度上保证评价结论的正确性和对策措施的合理性、可行性和可靠性。

受一系列不确定因素的影响,安全评价在一定程度上存在误差。评价结果的准确性直接影响到决策的正确,安全设计的完善,运行是否安全、可靠。因此,对评价结果进行验证十分重要。为了不断提高安全评价的准确性,评价机构应有计划、有步骤地对同类装置、国内外的安全生产经验、相关事故案例和预防措施,以及评价后的实际运行情况进行考察、分析、验证,利用建设项目建成后的事后评价进行验证,并运用统计方法对评价误差进行统计

和分析,以便改进原有的评价方法和修正评价参数,不断提高评价的准确性、科学性。

(2) 公正性 安全评价结论是评价项目的决策、设计能否安全运行的依据,也是国家安全生产监督管理部门进行安全监督管理的执法依据。因此,对于安全评价的每一项工作都要做到客观和公正,既要防止受评价人员主观因素的影响,又要排除外界因素的干扰,避免出现不合理、不公正的评价结论。

安全评价有时会涉及到一些部门、集团、个人的某些利益。因此,在评价时,必须以国家和劳动者的总体利益为重,要充分考虑劳动者在劳动过程中的安全与健康,要依据有关法规、标准、规范,提出明确的要求和建议。评价结论和建议不能模棱两可、含糊其辞。

(3) 合法性 安全评价机构和评价人员必须由国家安全生产监督管理部门予以资质核准和资格注册,只有取得资质的机构才能依法进行安全评价工作。政策、法规、标准是安全评价的依据,政策性是安全评价工作的灵魂,所以,承担安全评价工作的机构必须在国家安全生产监督管理部门的指导、监督下,严格执行国家及地方颁布的有关安全生产的方针、政策、法规和标准等。在具体评价过程中,应全面、仔细、深入地剖析评价项目或生产经营单位在执行产业政策、安全生产和劳动保护政策等方面存在的问题,并且主动接受国家安全生产监督管理部门的指导、监督和检查。

(4) 针对性 进行安全评价时,首先应针对被评价项目的实际情况和特征,收集有关资料,对系统进行全面地分析;其次要对众多的危险有害因素及单元进行筛选,针对主要的危险有害因素及重要单元应进行有针对性的重点评价,并辅以重大事故后果和典型案例分析、评价,由于各类评价方法都有特定的适用范围和使用条件,要有针对性地选用评价方法;最后要从实际的经济、技术条件出发,提出有针对性的、操作性强的对策措施,对被评价项目作出客观、公正的评价结论。

2) 安全评价的程序

安全评价程序主要包括:准备阶段;危险有害因素识别与分析;定性定量评价;提出安全对策措施;形成安全评价结论及建议;编制安全评价报告。安全评价的基本程序如图 1-2 所示。

(1) 准备阶段 明确被评价对象和范围,收集国内外相关法律法规、技术标准及工程、系统的技术资料。

(2) 危险有害因素识别与分析 根据被评价工程、系统的情况,识别和分析危险有害因素,确定危险有害因素存在的部位、存在的方式,事故发生的途径及其变化的规律。

(3) 定性、定量评价 在对危险、有害因素识别和分析的基础上,划分评价单元,选择合理的评价方法,对工程、系统发生事故的可能性和严重程度进行定性、定量评价。

(4) 安全对策措施 根据定性、定量评价结果,提出消除或减弱危险有害因素的技术和管理措施及建议。

(5) 评价结论及建议 简要地列出主要危险有害因素,指出工程、系统应重点防范的重大危险因素,明确生产经营者应重视的重要安全措施。

(6) 安全评价报告的编制 依据安全评价的结果编制相应的安全评价报告。

二、风险评估

油气管道的风险评估又叫风险评价,是指在风险因素识别的基础上,通过计算管道失效

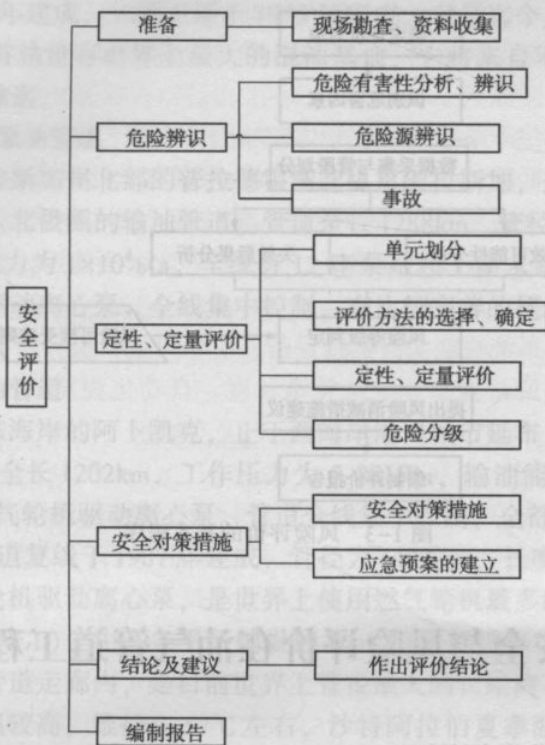


图 1-2 安全评价的基本程序

概率和评估管道失效后果，对管道风险进行综合评估和风险排序，以识别出高风险因素和高风险部位，并提出风险降低措施的对策建议。

油气管道风险评价技术是以诱发管道事故的各种风险因素为依据，综合评价管道事故发生的可能性和事故后果的严重程度两方面因素，以管道风险值作为评估指标的管道安全管理技术。根据评价结果，管理者能够及时了解管道的运行状况，识别管道的高风险区段和高后果区域，以便合理地分配维护资金，变管道的盲目性被动维修为预知性主动维护。

1. 风险评价的目标

管道风险评价的主要目标为：识别影响管道完整性的危害因素，分析管道失效的可能性及后果，判定风险水平；对管段进行排序，确定评价和实施风险消减措施的优先顺序；综合比较评价风险消减措施的风险降低效果和所需投入；在评价和风险消减措施完成后再评价，反映管道最新风险状况，确定措施有效性。

风险评价工作应达到如下要求：管道投产后 1 年内应进行风险评价；高后果区管道进行周期性风险评价，其他管段可依据具体情况确定是否开展评价；在设计阶段和施工阶段进行危害识别和风险评价，根据风险评价结果进行设计、施工和投产优化，规避风险。

2. 风险评价的程序

风险评价的程序应包含以下步骤：确定评价对象；识别危害因素；数据采集与管段划分；失效可能性分析；失效后果分析；风险等级判定；提出风险消减措施建议。

风险评价的基本程序如图 1-3 所示。

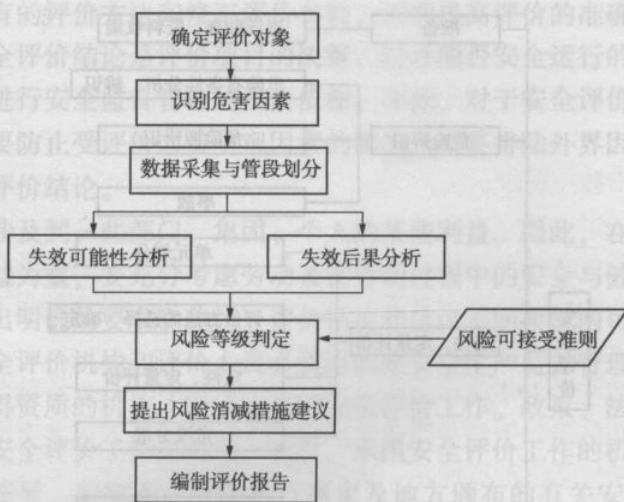


图 1-3 风险评价的基本程序

第二节 安全与风险评价在油气管道工程中的应用

一、国际油气管道发展概况

1. 原油管道发展概况

管道运输的发展与能源工业，特别是石油工业的发展密切相关。现代管道运输始于 19 世纪中叶。1865 年在美国宾夕法尼亚州建成第一条原油管道，直径为 50mm，管长近 10km。20 世纪初管道运输才有进一步发展，但真正具有现代规模的长距离输油管道则始于第二次世界大战。当时，因战争需要美国建设了两条当时管径最大、距离最长的输油管道。一条是原油管道，管径为 600mm，全长 2158km，日输原油 47700m³；另一条是成品油管道，管径为 500mm，包括支线全长 2745km，日输成品油 37360m³。战后，随着石油工业的发展，管道建设进入了一个新阶段，各产油国都建设了不少长距离输油管道。从 60 年代开始，输油管道向着大管径、长距离方向发展，苏联-东欧“友谊”输油管道和美国横贯阿拉斯加的输油管道就是两个典型代表。沙特阿拉伯东-西原油管道和阿尔及利亚-突尼斯的原油管道都穿过了浩瀚的沙漠地区。随着英国北海油田的开发，兴建了一批海底输油管道，最长距离已达 358km。这些管道的建设成功，标志着管道输送已不受复杂地质、地理条件与气候恶劣的限制。

与此同时，成品油管道也获得迅速发展，建成地区性的管网系统，沿途多处收油和分油，采用密闭和顺序输送方式输油。美国的科洛尼尔成品油管道系统就是世界上大型成品油管道系统的典型代表之一。

1) 苏联“友谊”输油管道

该管道是世界上距离最长的大口径原油管道，从苏联阿尔梅季耶夫斯克(第二巴库)到达莫济里后分为北、南两线，北线进入波兰和前民主德国，南线通向捷克和匈牙利。北、南线长度分别为 4412km 和 5500km，管径分别为 1220mm、1020mm、820mm、720mm、529mm 和 426mm，每条管道年输原油超过 1×10⁸t。管道工作压力为 4.9~6.28MPa。管道分两期建